

- Des Weiteren wäre es super, wenn Sie erklären könnten, was es bei der Wärmelehre mit der Formel für die durchschnittliche kinetische Energie auf sich hat und wie das mit den Freiheitsgraden genau geht.
- Wie gehe ich mit Integralen in Physik um? Also genauer gesagt, welche Regeln, die in der reinen Mathematik inkorrekt wären, darf ich in Physik verwenden?
- ich habe keine spezifische Frage, würde aber gerne, wenn möglich, wieder das Konzept von Potential und die Abgrenzung zu Epot erklärt bekommen, denn diesen Konzept ist mir auch nicht klar.
- Auch gut fände ich eine kleine Erklärung mit einem Beispiel von deformierbaren Körpern (Scherung, Biegung).

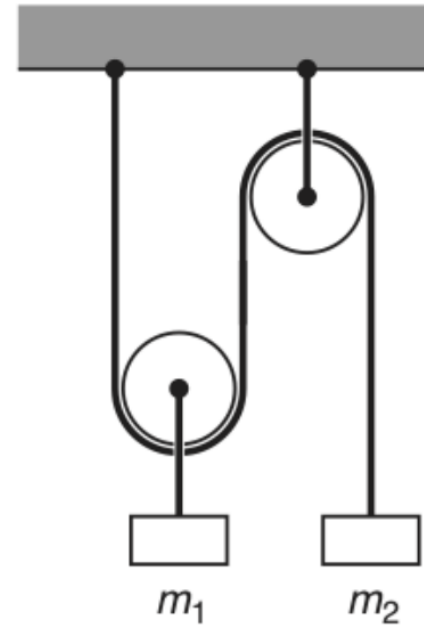
- Die Zwangsbedingung bei Flaschenzügen für a_1 und a_2

<https://www.leifiphysik.de/mechanik/einfache-maschinen/grundwissen/flaschenzug>

3.1 Flaschenzug (10 Punkte)

Am rechts dargestellten, reibungs- und masselosen Flaschenzug hängen zwei Massen m_1 und m_2 . Bis zum Zeitpunkt $t = 0$ befinden sich beide Massen in Ruhe und auf gleicher Höhe, $z_1 = z_2 = 0$, da m_2 festgehalten wird. Zur Zeit $t = 0$ wird m_2 losgelassen.

- Fertigen Sie eine Skizze der Anordnung an und tragen Sie die Kräfte ein, die für $t \geq 0$ auf die Massen m_1 und m_2 , sowie auf die Aufhängepunkte des Seils und der festen Rolle wirken.
- Stellen Sie die Bewegungsgleichung für die Masse m_2 auf und berechnen Sie $z_2(t)$. Wie groß ist die Kraft F_S , die längs des Seils wirkt?
- Berechnen Sie die Beschleunigung $\ddot{z}_2$ der Masse m_2 , sowie die Seilkraft F_S für den Fall $m_1 = m_2 = m$.
- Abgesehen von diesem rein akademischen Beispiel werden Flaschenzüge auch im Alltag eingesetzt. Welchen Vorteil haben Sie, wenn Sie die Masse m_1 mit einem Flaschenzug heben? Wie „bezahlen“ Sie für diesen Vorteil?



Könnten wir für morgen evtl. die Aufgabe 6.1 b) (variable Masse) nochmal durchsprechen?

6.1 Bewegung mit variabler Masse (10 Punkte)

Ein offener Schüttgut-Waggon der Bahn mit der Masse $m_0 = 10\text{ t}$ wird von einem Ablaufberg gestoßen. Der leere Waggon laufe, nachdem die Gleise wieder eben sind, mit einer anfänglichen Geschwindigkeit von 1 m/s unter einem Sandsilo hindurch, aus dem von oben in den fahrenden Waggon Sand gefüllt wird.

- a) Der Sand wird mit einem Fluss von $\Phi = 1.5\text{ t}$ pro Sekunde eingefüllt. Welche Bremsbeschleunigung erfährt der Waggon während des Beladens als Funktion der Zeit und welche Geschwindigkeit hat der Waggon nachdem 15 t Sand eingefüllt worden sind? Vernachlässigen Sie die Rollreibung des Waggons.
- b) Nach dem Beladen mit 15 t Sand wird der Waggon zum Stehen gebracht und es wird eine Lokomotive angehängt, die den Waggon samt Ladung mit einer Kraft $F = 5000\text{ N}$ beschleunigt. Leider wurde beim Anhängen der Lokomotive versehentlich eine Entleerungsklappe geöffnet, so dass der Waggon während der Beschleunigung Sand mit einem konstanten Fluss von $\Phi = 500\text{ kg/s}$ verliert (der Sand falle dabei relativ zum Waggon senkrecht nach unten). Geben Sie die Geschwindigkeit des Waggons, nachdem er vollständig entleert ist, als Funktion von F und Φ an. Berechnen Sie die Endgeschwindigkeit für die angegebenen Zahlenwerte. Vernachlässigen Sie auch hier die Reibung.

- ich versteh nicht ganz wie sich ein Körper bewegt, wenn die Kraft nicht genau im SP angreift und somit noch ein Drehmoment bewirkt...

Beschleunigt der SP trotzdem mit $F=ma$ und man bekommt sozusagen die Rotation zusätzlich zur Translation geschenkt?

Also zB eine Kugel, wo die Kraft nur (und immer) oben über dem Sp zb bei $r/2$ angreift im Weltall. Beschleunigt sie der Kraft entsprechend und fängt an sich zu drehen? Verletzt das nicht Energieerhaltung?



Solange keine äußeren Kräfte wirken, bleiben Energie und Impuls des Gesamtsystems erhalten!

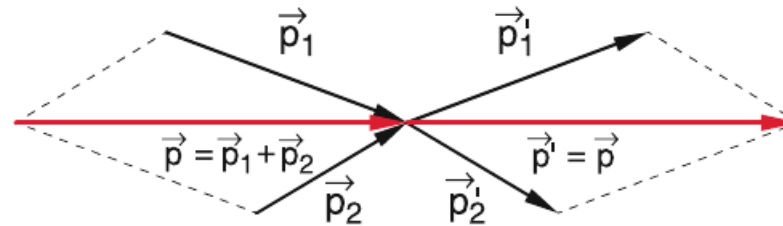


Abbildung 4.6 Erhaltung des Gesamtimpulses beim Stoß zwischen zwei Teilchen

$$\vec{p}'_1 + \vec{p}'_2 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 \quad \text{Impulssatz ,} \quad (4.16)$$

$$\frac{p_1'^2}{2m_1'} + \frac{p_2'^2}{2m_2'} = \frac{p_1^2}{2m_1} + \frac{p_2^2}{2m_2} + U \quad (4.17)$$

Energiesatz ,

Je nach der Größe von U unterscheidet man drei Fälle:

- $U = 0$, *elastische Stöße*. Die gesamte kinetische Energie bleibt erhalten, wobei sich die kinetische Energie jedes einzelnen Teilchens im Allgemeinen ändert!
- $U < 0$, *inelastische Stöße*. Die gesamte kinetische Energie nach dem Stoß ist *kleiner* als vorher. Ein Teil der kinetischen Energie ist in „innere Energie“ verwandelt worden.

4.5.3 Drehimpulserhaltung

Wenn die Vektorsumme aller Drehmomente $\mathbf{D}_i$ die auf ein System von Teilchen wirken, Null ist, dann bleibt der Gesamtdrehimpuls $\mathbf{L}$ des Systems zeitlich konstant. Dies folgt aus $d\mathbf{L}/dt = \sum \mathbf{D}_i$.

Man beachte: Für die Definition des Drehimpulses

$$\mathbf{L} = \sum_i (\mathbf{r}_i \times \mathbf{p}_i)$$

muss der Bezugspunkt (= Nullpunkt des Koordinatensystems, von dem die Ortsvektoren $\mathbf{r}_i$ ausgehen) angegeben werden.

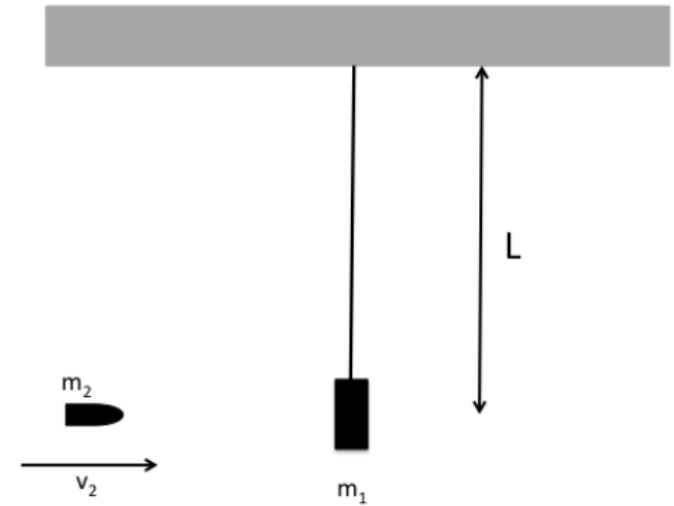
Da in einem abgeschlossenen System $\sum \mathbf{D}_i = \mathbf{0}$ gilt, lässt sich der Drehimpulssatz auch formulieren als:

In einem abgeschlossenen System bleibt der Gesamtdrehimpuls zeitlich konstant.

6.2 Ballistik (10 Punkte)

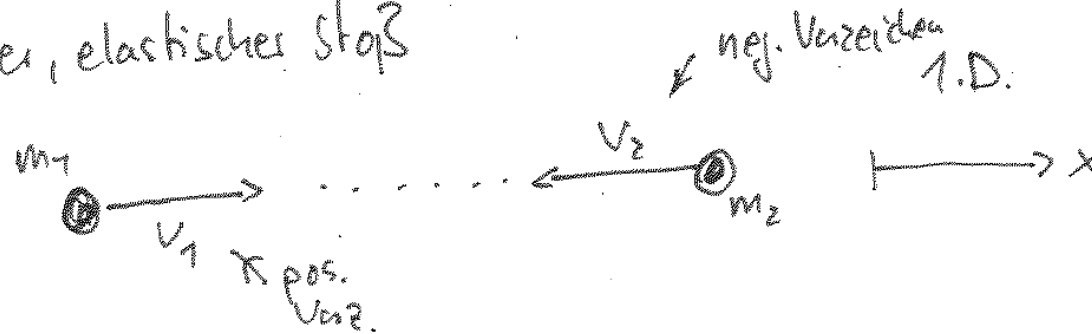
Um eine ballistische Messung durchzuführen, wird ein kleiner quaderförmiger Holzblock der Masse $m_1 = 2.0 \text{ kg}$ an einem masselosen Faden aufgehängt. Der Schwerpunkt des Holzblockes befindet sich Abstand $L = 1.0 \text{ m}$ vom Aufhängepunkt des Fadens. Die Ausdehnung des Holzblocks kann gegenüber der Länge des Fadens vernachlässigt werden. Das Geschoss mit der Masse $m_2 = 10 \text{ g}$ wird mit der Anfangsgeschwindigkeit $v_2 = 400 \text{ m/s}$ mittig auf den Holzblock geschossen. Statt steckenzubleiben, durchdringt es den Block. Dabei wird das Pendel um den Winkel $\alpha = 12^\circ$ ausgelenkt.

- Bestimmen Sie die Geschwindigkeiten u_1 des Blockes und u_2 des Geschosses unmittelbar nach dem Durchschuss.
- Welche mechanische Energie wird bei dem Vorgang in Wärmeenergie umgewandelt?
- Welchen Winkelausschlag α' hätte das Pendel erreicht, wenn das Geschoss im Block stecken geblieben wäre?



- vlt. nochmal eine Beispielaufgabe zu elastischen Stößen

1. Kollinearer, elastischer Stoß



63

Es gilt: $\sum p = \sum p^*$

$$m v_1 + m v_2 = m_1 v_1^* + m_2 v_2^*$$

$$\sum E = \sum E^*$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^{*2} + \frac{1}{2} m_2 v_2^{*2}$$

Zufg. 2 unb. v_1^*
 v_2^*

→ Lösung ohne Herleitung

$$(1) \quad v_1^* = \frac{v_1 (m_1 - m_2) + 2 m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

$$(2) \quad v_2^* = \frac{v_2 (m_2 - m_1) + 2 m_1 v_1}{m_1 + m_2}$$

[Geschw. nach
kollinearem Stoß

2 → 2 Prozess,
Laborsystem]

Tip zur Herleitung

1.4 Kreisprozess (25 Punkte)

Ein ideales Gas wird zunächst von V_1 nach V_2 adiabatisch komprimiert, dann wird der Druck isochor von p_2 auf p_3 erhöht. Es folgt eine adiabatische Expansion von V_3 nach V_4 und schließlich wird der Druck isochor von p_4 auf p_1 erniedrigt.

- a) Skizzieren Sie diesen Prozess in einem p - V -Diagramm.
- b) Berechnen Sie die Änderung der Wärmemenge, der geleisteten Arbeit und der inneren Energie für jedes Teilstück.
- c) Berechnen Sie den Wirkungsgrad dieser Maschine. Vereinfachen Sie das Ergebnis soweit, dass es nur noch von den Temperaturen T_4 und T_3 abhängt.